令和６年度(2024 年度)　数学科教育に関する研究

数学的に考える資質・能力の育成に向けた、「問題発見・解決の過程」を遂行する高等学校数学科の授業改善

－数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を充実させる指導の工夫を通して－

内容の要約

本研究では、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して「問題発見・解決の過程」を生徒が自立的、協働的に遂行できるよう授業の構想を行い、実践した。その際、授業支援アプリを活用して、新たな視点や異なる考えを得られ、自身の考えを再構築できるようにした。加えて、数学的な見方・考え方を働かせられるようにする「マスめがね」や、数学的活動に対して具体的なイメージをもって取り組むことができるようにするルーブリックの活用といった手立てを講じた。このような指導の工夫を通して、高等学校数学科における授業改善を行うことで、生徒の数学的に考える資質・能力の育成につなげた。

キーワード
数学的活動　「問題発見・解決の過程」　数学的な見方・考え方
数学的に考える資質・能力　授業支援アプリの活用

目　次

滋賀県総合教育センター
長　井　翔　也

令和６年度(2024年度)　数学科教育に関する研究　研究概要図

数学的に考える資質・能力の育成

高等学校数学科における授業改善

A「問題を見いだす」

数学的に表現した問題

B「見通しを立てる」

・数学の事象
・日常生活や社会の事象

「問題発見・解決の過程」

焦点化した問題

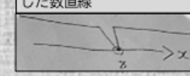
結果

D「解決過程を振り返る」

C「問題を解決する」

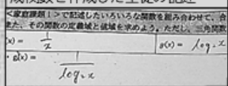
この数直線だとどんな解をもつのかな

数学Ⅰ「連立不等式」において生徒が自身で考察した数直線

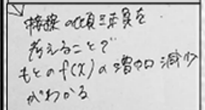


どんな関数でも合成関数や逆関数を求めることができるのかな

数学Ⅲ「逆関数・合成関数」において自身で設定した関数を基に合成関数を作成した生徒の記述



数学Ⅱ「三次関数の最大値・最小値」において接線の傾きとグラフの増減を関連付けている生徒の記述



自分で新しい概念を発見したよ

数学Ⅰ「二次関数の最大値・最小値」においてモールを使って長方形の面積が最大(最小)になるときの横の長さを予想する生徒の様子

横の長さをどんどん長くすると面積はどうなるのかな

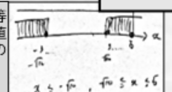
数学Ⅲ「逆関数・合成関数」において1人1台端末を活用して、自身の記述内容を説明している生徒の様子

相手の考えを聞くことで新しい考えが生まれたよ

数学Ⅱ「三次関数の最大値・最小値」において自身で獲得した概念や解法がほかの課題でも活用できるか協議している生徒の様子

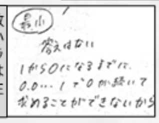
違う課題でもこの考え方が適応できるよ

数学Ⅰ「連立不等式」において絶対値を含む連立不等式の学習課題を作成し、解答した生徒の記述



最小値はないという新しい考えを見いだしたよ

数学Ⅰ「二次関数の最大値・最小値」においてグラフを基に最小値はないと判断した生徒の記述



教科書に示されていない解が求められた

数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を充実させる指導の工夫

既習の学習内容である学習課題を基に A「問題を見いだす」数学的活動

③自身で問題を見いだす（問題a　問題b　問題c　問題d）

②解決過程を振り返る

①既習の学習内容である学習課題を解決する

条件の変更や問題の拡張等を行い、新たな問題を見いだすことで、学習内容の特徴や概念、原理や法則など、本質的な理解につなげる

未習の学習内容である学習課題に対して B「見通しを立てる」数学的活動

③未習の学習内容である学習課題を解決する

②試行錯誤しながら見通しを立てる

①既習の知識を用いる（知識a　知識b　知識c　知識d）

既習の知識や技能を基に、新たな概念、原理や法則などを自身で見いだしたり学んだりすることにつなげる

数学的活動を充実させるための手立て（ロイロノート）

ロイロノートの活用

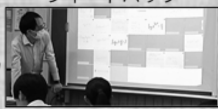
記述内容 → 提出 → 提出箱

生徒　記述

指導者　把握

生徒　共有

フィードバック



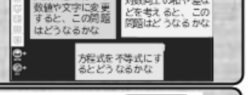
整理・分析・表現

考えの再構築

「マスめがね」：数学的な見方・考え方を働かせられるようにする

この考えを発展させてみよう

こんな視点で取り組もう



ルーブリック：目指すべき姿をイメージできるようにする

A	B	C	D
最大値・最小値を求める過程で定理や性質を使って解き、そしてその定理や性質を使った根拠を示した。	最大値・最小値を求める過程で、定理や性質を使って解いた。	最大値・最小値を求める過程で、どの定理や性質を使うか理解しようとした。	最大値・最小値を求めようとした。

根拠が示せるように学習に取り組むぞ

高等学校数学科における課題

Q「数学の授業において、大切にしていることは次の中のどれに当てはまりますか【複数選択可】」A「生徒自身で問題や予想を見いだすことができる」を選択した指導者の割合16%

Q「未習の学習内容である単元の問題を題材にして、その問題を生徒自身で解決するような学習活動を行いましたか」A「よく行った」を選択した指導者の割合　12%

滋賀県内の高等学校数学科の指導者質問紙調査の結果 回答総数：199人(令和6年度数学科教育に関する研究より)

・新しいものを創り出す創造力や、他者と協働しチームで問題を解決するといった能力が今後一層求められる　中央教育審議会答申(令和5年3月)

・数学的な見方･考え方を働かせた数学的活動の一層の充実が求められている　高等学校学習指導要領(平成30年)解説 数学編 理数編

数学科教育に関する研究

数学的に考える資質・能力の育成に向けた、「問題発見・解決の過程」を遂行する高等学校数学科の授業改善

－数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を充実させる指導の工夫を通して－

Ⅰ　主　題　設　定　の　理　由

「次期教育振興基本計画について(答申)」(中央教育審議会　令和５年３月)では、将来の予測が困難な時代の中で、「個人と社会のウェルビーイングを実現していくためには、社会の持続的な発展に向けて学び続ける人材の育成が必要」[1)]であり、「新しいものを創り出す創造力や、他者と協働しチームで問題を解決するといった能力が今後一層求められることが予測され、こうした変化に教育も対応していく必要がある」[1)]と示されている。このことから、これからの社会を生きていく生徒のために、高等学校数学科においても、新たな概念、原理や法則などを創造したり協働的に数学の問題を解決したりする力を育成できる授業を行うことが求められているといえる。

このような授業を行うためには、数学的活動を充実させることが重要であると考える。高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説　数学編　理数編(以下、学習指導要領解説という。)では、数学的活動とは、「事象を数理的に捉え、数学の問題を見いだし、問題を自立的、協働的に解決する過程を遂行すること」[2)]として示されている。また、数学的活動を行う際には「数学的に考える資質・能力を支え、方向付けるものであり、数学の学習が創造的に行われるために欠かせない」[2)]ものとして数学的な見方・考え方を働かせることが求められている。さらに、数学的活動を通して、算数・数学の学習過程のイメージ(図１)に記載されている算数・数学の「問題発見・解決の過程」を自立的、協働的に遂行することも求められている。このような数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を充実させることで、概念や原理・法則に支えられた「知識及び技能」を習得することや、「思考力、判断力、表現力等」を身に付けること、数学を既成のものとみなしたり、固定的で確定的なものとみなしたりせず、数学に創造的に取り組もうとする態度を養うことといった数学的に考える資質・能力が育成されると示されている。

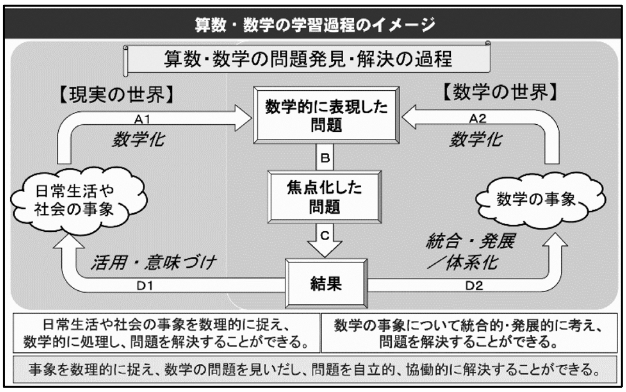


図１　算数・数学の学習過程のイメージ(平成 28 年 12 月中央教育審議会答申より引用)

そこで、これからの社会を生きていく生徒のために、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を充実させ「問題発見・解決の過程」を遂行することで、生徒の数学的に考える資質・能力が育成できると考え、本主題を設定した。

Ⅱ　研　究　の　目　標

数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を充実させる指導の工夫を通して、「問題発見・解決の過程」を遂行する高等学校数学科の授業改善を進めることで、生徒の数学的に考える資質・能力の育成を目指す。

Ⅲ　研　　究　　の　　仮　　説

数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して、「問題発見・解決の過程」を生徒が自立的、協働的に遂行できるよう授業の構想を行い、実践する。その際、授業支援アプリであるロイロノート・スクール(以下、ロイロノートという。)を学習の状況に応じて活用することで、新たな視点や異なる考えを得られ、自身の考えを再構築できるようにする。加えて、生徒一人ひとりが数学的な見方・考え方を働かせられるようにする「マスめがね」や、数学的活動に対して具体的なイメージをもって取り組むことができるようにするルーブリックの活用といった手立てを講じる。このような指導の工夫を通して、高等学校数学科における授業改善を行えば、生徒の数学的に考える資質・能力の育成につながるだろう。

Ⅳ　研究についての基本的な考え方

1　数学的に考える資質・能力を育成するためには

学習指導要領解説では、数学的に考える資質・能力とは、高等学校数学科の目標で示された「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱で整理された数学教育で育成を目指す力であると示されている(表１)。そして、これらの資質・能力を育成するためには、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を行うことが求められている。なお、学習指導要領解説では、数学的な見方・考え方については、統合的・発展的に考えることを重視している。そこで、数学的に考える資質・能力の育成に向けて、本研究においても生徒の数学的な見方・考え方を働かせるために、統合的・発展的に考えることに重点を置く。学習指導要領解説では、統合的に考えることとは、「既習のものと新しく生み出したものとを包括的に取り扱えるように意味を規定したり、処理の仕方をまとめたりすること」[2)] として示されている。発展的に考えることとは、「数学を既成のものとみなしたり固定的で確定的なものとみなしたりせず、新たな概念、原理や法則などを創造しようとすること」[2)] として示されている。これらを踏まえて数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を充実させることで、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力や、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度など、生徒の数学的に考える資質・能力の育成につなげる。

表１　数学的に考える資質・能力の三つの柱(学習指導要領解説を基に整理)

【知識及び技能】	【思考力、判断力、表現力等】	【学びに向かう力、人間性等】
数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。	数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。	数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

2　数学的に考える資質・能力を育成するための授業改善に向けて

(１)　指導者と生徒の実態把握

滋賀県内の高等学校の数学科指導者を対象とした質問紙調査を研究始期に行い、「問題発見・解決の過程」や数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動についての認識、指導における課題等を把握する。そして、把握した課題を基に高等学校数学科における授業改善の視点を明確にする。また、研究協力校の生徒を対象とした質問紙調査を研究始期に行い、数学科の学習に関する実態を把握し、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して生徒の必要な資質・能力の育成につながるよう、授業改善に役立てる。

（２） 数学的活動を充実させる授業構想

学習指導要領解説において、実際の数学の学習過程では、「問題発見・解決の過程」を意識しつつ、指導において必要な過程を遂行し、その結果、これらの過程全体を自立的、協働的に遂行できるようにすることが示されている。そこで、本研究における数学的活動では、図１に示した「問題発見・解決の過程」の矢印Ａ～Ｄにおける過程をA「問題を見いだす」B「見通しを立てる」C「問題を解決する」D「解決過程を振り返る」の四つの過程として捉え、生徒が自立的、協働的にこれらの過程を遂行できるようにする（図２）。これら四つの過程、つまり「問題発見・解決の過程」全体を生徒が繰り返し遂行することで、数学的に考える資質・能力を育成することができると考える。そこで、この過程全体をどの単元においても生徒が自立的、協働的に遂行できるよう、次の二つの数学的活動を充実させる指導計画を作成する。

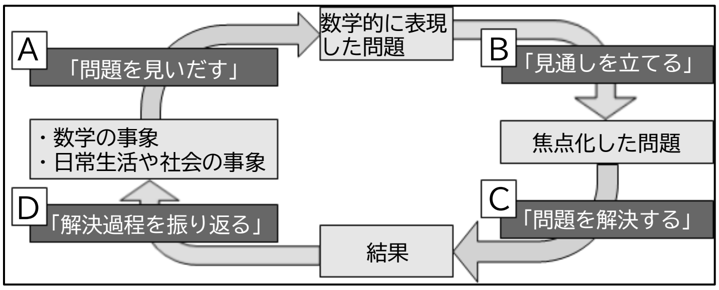


図２　本研究における「問題発見・解決の過程」のイメージ

ア　既習の学習内容である学習課題を基にA「問題を見いだす」数学的活動

C「問題を解決する」において、指導者は既習の学習内容である教科書等の例題を基に、生徒がどのように問題を解決すればよいか見通しをもてる学習課題を提示する。その学習課題を解決することを通して、生徒が基本的な概念や原理・法則を理解できるようにする。続いて、D「解決過程を振り返る」からA「問題を見いだす」では、解決過程の振り返りにより、生徒自身で新たな問題を見いだす。例えば、図３のように、提示された学習課題の解決過程を振り返る際に、生徒自身で数値を変更したり文字を使って一般的に考察してみたりするなど、数学的な見方・考え方を働かせて条件の変更や問題の拡張等を行い、新たな問題を見いだす。このような過程を遂行することにより、生徒は自身の既習の学習内容を振り返ることができ、その学習内容の特徴や概念、原理や法則などの本質的な理解につながると考える。その後、B「見通しを立てる」からC「問題を解決する」において、生徒が見いだした問題について、今度は自身で見通しを立て、解決に向かうことができるようにする。

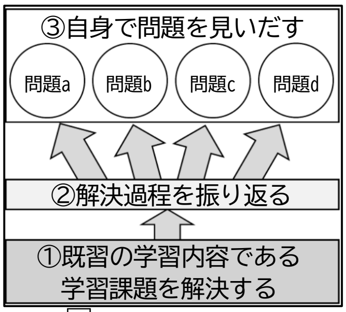


図３　A「問題を見いだす」数学的活動のイメージ

イ　未習の学習内容である学習課題に対してB「見通しを立てる」数学的活動

B「見通しを立てる」において、生徒は指導者が提示した未習の学習内容である学習課題に対して、自身で既習の知識を用いて解決する学習活動を行う。この指導計画を構想する際には、図４のように、生徒自身で既習の知識を用いて解決する過程で、数学的な見方・考え方を働かせて、どのような性質や公式を活用すれば解決するのか、試行錯誤しながらその学習課題を解決するために見通しを立てるといった過程を重視する。このことにより、生徒は未知の事象と既習の学習内容における知識や技能などを関連付けることが可能になると考える。その後、C「問題を解決する」からD「解決過程を振り返る」において、生徒が提示された学習課題を解決し、その解決過程を振り返る際には、統合的・発展的に考えることで、既習の知識や技能を基に新たな概念、原理や法則などを自身で見いだしたり学んだりすることにつなげる。

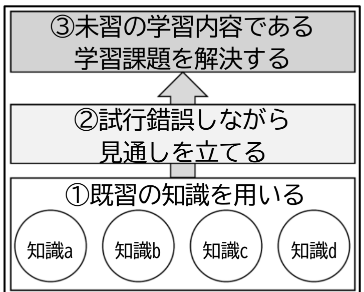


図４　B「見通しを立てる」数学的活動のイメージ

さらに、本研究ではこれら二つの数学的活動を行う際、生徒が協働的に取り組めるように生徒同士で自身の考察を基に協議する場面を設定する。他者との協議により、自身の考察を他者の考察と比較したり組み合わせたりすることで、自身の考えを再構築することにつなげる。

（３） 数学的活動を充実させるための手立て（ロイロノートの活用）

本研究では生徒の数学的活動を充実させるための手立ての一つとして、ロイロノート[i]を活用する（図５）。活用にあたって、指導者は生徒が記述した内容をロイロノートの「提出箱」へ提出を促す。そして、その提出された記述の内容を指導者が把握したり生徒同士で共有したりする。指導者は生徒が記述した内容を把握することで、生徒の数学的な見方・考え方を働かせた考察や数学的活動の方向性等を生徒にフィードバックすることができる。また、記述した内容をクラス全体に共有することで、生徒は自身の考えと他者の考えを比較することができ、得られた知識や考えを整理・分析し、事象を式で数学的に表現したり論理的に説明したりすることにつなげる。このような指導者のフィードバックや、クラス全体での共有を通して整理・分析、数学的な表現をする生徒同士の協働的な学習を通して、新たな視点や異なる考えを得られ、自身の考えを再構築できるようにする。

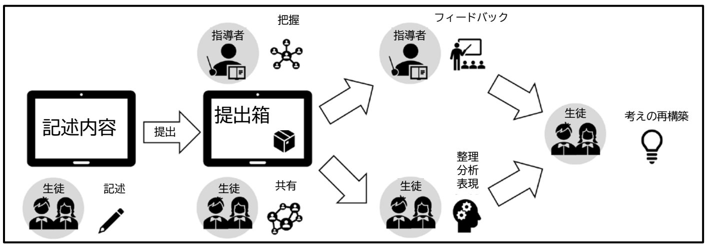


図５　本研究におけるロイロノートの活用のイメージ

加えて、ロイロノートの活用において、本研究では生徒が数学的な見方・考え方を働かせられるようにする「マスめがね」や、数学的活動に対して具体的なイメージをもって取り組むことができるようにするルーブリックの活用といった手立てを講じる。これらの手立てを講じることにより、生徒の数学的活動を更に充実させる。

ア　「マスめがね」とその活用

本研究では、数学的活動を行う際に、生徒自身で数学的な見方・考え方を働かせることを重視しているが、それを生徒自身で働かせることが難しい場合もある。そこで、本研究では「マスめがね」[ii]を作成し、活用する。「マスめがね」とは、生徒一人ひとりが自身で数学的な見方・考え方を働かせられるように、新たな問題を見いだすことにつながる具体的な例や、未習の学習内容である例題を解決するための指針等を指導者が生徒に提示するヒントカードのようなものである（図６）。初めは、指導者による「マスめがね」の提示を基に生徒は数学的な見方・考え方を働かせる。そして、この「マスめがね」を提示した取組を重ねることで、生徒が数学的な見方・考え方を働かせることを自立的にできるようにし、生徒の数学的活動を充実させることにつなげる。

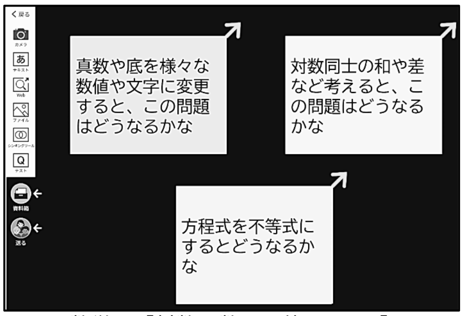


図６　数学Ⅱ「対数関数」で使用した「マスめがね」の提示の例（ロイロノートの画面）

イ　ルーブリックとその活用

指導者は、生徒の数学的活動を行う際に、道しるべとなるようルーブリックを示す（表２）。ルーブリックの作成にあたっては、生徒に育成したい資質・能力を明確にしたうえで、指導者は学習の到達目標を検討し、その内容を段階的に示すことで、生徒が目指すべき姿をイメージできるよ

---

[i] 本県の県立高等学校では、ロイロノートが導入されていることから、本研究で活用した。
[ii] 本研究において作成した「マスめがね」について、mathematics（数学）の「マス」と数学的な見方・考え方を働かせた「めがね」を生徒にかけてもらいたいという思いから名付けた。

うにする。作成したルーブリックを生徒に示すことで、生徒が数学的活動に対して、具体的なイメージをもって自立的に取り組むことができると考える。また、ルーブリックを基に自己評価・相互評価を取り入れた活動を行う。このようなルーブリックの活用により、生徒の数学的活動を充実させる。

表２　数学Ⅱ「三次関数の最大値・最小値」で使用したルーブリックの例

A	B	C	D
最大値・最小値を求める過程で定理や性質を使って解き、そしてその定理や性質を使った根拠を示した。	最大値・最小値を求める過程で、定理や性質を使って解いた。	最大値・最小値を求める過程で、どの定理や性質を使うか理解しようとした。	最大値・最小値を求めようとした。

３　実践における成果の検証

研究終期において、研究協力校の生徒を対象に学力調査と質問紙調査を行う。この二つについて、始期と終期の結果の変容を分析することで、本研究の取組の成果や課題を検証する。なお、学力調査においては、全国学力・学習状況調査の調査問題を基に作成した記述式の評価問題を用いる。これにより統合的・発展的に考察する力といった数学的に考える資質・能力が育成されているかを検証する。また、各実証授業において、生徒が記述した内容、授業中の生徒の発言や活動に取り組む様子等を基に、生徒の数学的に考える資質・能力が育成されたかを検証する。

Ⅴ　研　究　の　進　め　方

１　研究の方法

（１）　滋賀県内の高等学校の数学科指導者を対象とした質問紙調査を行い、数学的活動についての認識の現状、指導における課題等を把握する。

（２）　研究始期に研究協力校２校（Ｘ校１年生40名・Ｙ校２年生39名）の生徒を対象とした質問紙調査を実施し、数学科の学習における取組の状況について把握する。さらに、記述式の評価問題を活用して学力調査を行い、生徒の数学的に考える資質・能力の現状を把握する。

（３）　数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を充実させる指導計画を作成し、「問題発見・解決の過程」を生徒が自立的、協働的に遂行できる実証授業を研究協力校２校において実施する。

（４）　本研究の実践内容を普及するために、滋賀県内の高等学校の数学科指導者に実証授業の参観を案内し、参観者と意見交流等を行う。

（５）　研究終期において、研究協力校２校の生徒を対象に学力調査と質問紙調査を行う。この二つについての始期と終期の結果の変容や各実証授業における生徒の記述した内容等を基に、本研究の取組の成果や課題を検証する。

２　研究の経過

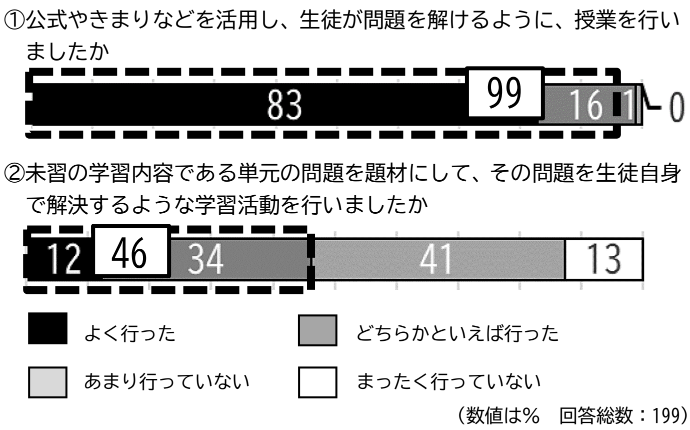
４月	研究構想、研究委員の委嘱 研究推進計画の立案	９月～10月	研究協力校での実証授業Ⅱ
５月	指導者質問紙調査の実施と分析（滋賀県内の高等学校の数学科指導者を対象） 生徒質問紙調査（始期）、学力調査（始期）の実施と分析	10月	第３回専門・研究委員会
６月	第１回専門・研究委員会	11月	生徒質問紙調査（終期）、学力調査（終期）の実施と分析
６月～７月	研究協力校での実証授業Ⅰ	11月～12月	研究論文原稿執筆
８月	第２回専門・研究委員会	１月	研究発表準備
		２月	研究発表大会
		３月	研究のまとめ

Ⅵ 研究の内容とその成果

1　指導者と生徒の実態

（１）　滋賀県内の高等学校の数学科指導者の実態

滋賀県内の高等学校の数学科指導者を対象として、「問題発見・解決の過程」や数学的活動についての認識、指導における課題等についての質問紙調査を研究始期に行った。図７の設問①では、99%の指導者が肯定的な回答をした。一方、図７の設問②では、肯定的な回答した指導者の割合が46%となり、図７の設問①と比較して低い結果となった。このことから、多くの指導者が、公式やきまりなどを生徒が活用できるよう指導し、それらを活用して生徒が問題を解決する授業を行っている一方で、未習の学習内容である学習課題に対して、生徒が自身で試行錯誤しながらその学習課題を解決しようとする授業は少ないという傾向が見られた。



③数学の授業において、大切にしていることは次の中のどれに当てはまりますか【複数回答可】

選択肢	人数
根拠をもって公式やきまりなどを活用できるようにする	134
生徒が自身の解答などを説明することができるようにする	126
演習等を通して、問題を解決できるようにする	156
自身で問題や予想を見いだすことができるようにする	31
日常生活や社会の事象を関連付けられるようにする	31
その他	5

（数値は人数　回答総数：199）

図７　指導者を対象とした質問紙調査の回答集計結果(一部)

また、図７の設問③では、「演習等を通して、問題を解決できるようにする」を選択した指導者が156人(78%)であった(図７の③の二重枠線部)。一方、「自身で問題や予想を見いだすことができるようにする」を選択した指導者が31人(16%)であった(図７の③の網掛け部)。このことから、C「問題を解決する」を重視している一方で、生徒自身が問題を見いだしたり、問題に対して見通しを立てたりすることはあまり行われていない現状も見られた。

さらに、「数学の指導に関する疑問や悩み等があればお書きください」という設問では、数学を苦手に感じている生徒の存在や学習内容に対する授業数の少なさなどから、発展的な学習を行うことへの難しさに関する回答が見られた(図８)。その一方で、生徒が主体となる授業を行うためにはどうすればよいのか悩んでいる回答も見られた。

・数学を苦手だと思っている生徒たちが、どうすれば授業に興味をもってくれるのか。毎日の授業での悩みである。
・数学の授業を通して目指す生徒の姿を考えると、大学進学を意識した授業になりすぎているように感じる。解いて終わり、聞いて終わりでなく、生徒が自身で考え、その意見を大切にし、さらに発展的に捉えるような授業を目指していく手立てを模索している。
・生徒たちが主体となって、自分たちで進めるような授業にするためにはどうすればよいか。
・進度が決められた授業の中で数学のおもしろさを伝えることの難しさを感じている。

図８　「数学の指導に関する疑問や悩み等があればお書きください」という設問に対する自由記述の回答(一部)

（２）　研究協力校の生徒の実態

研究協力校の生徒を対象として、数学の学習に関する実態についての質問紙調査を研究始期に行った。図９の設問①では、91%の生徒が肯定的な回答をした。一方で、図９の設問②では肯定的な回答をした生徒の割合が41%となり、図９の設問①と比較して低い結果となった。これは、図７の設問③で示した指導者が数学の授業において大切にしていることが生徒の意識にも影響し、生徒自身においても、問題を解決することはできるが、問題を見いだしたり見通しを立てたりすることに困

難さを感じていることがうかがえた。

このような指導者と生徒の現状から、本研究では高等学校数学科の授業改善につなげるために、数学的活動を充実させる指導の工夫を通して、生徒一人ひとりが「問題発見・解決の過程」を自立的、協働的に遂行する指導計画を１、２単位時間で実施できるように作成した。

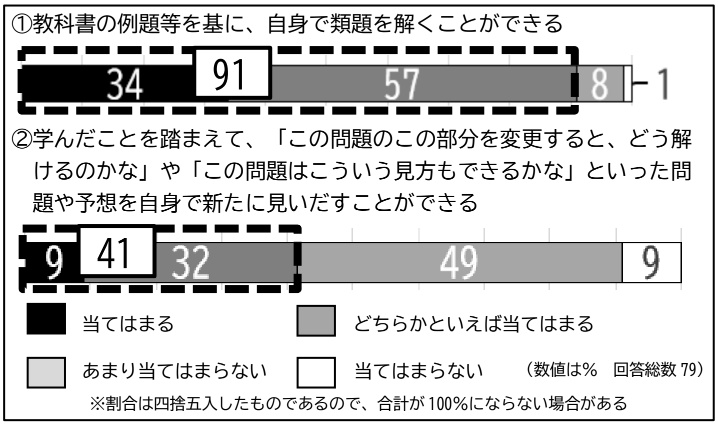


図９　生徒を対象とした質問紙調査の回答集計結果（一部）

２　数学的活動を充実させた授業の実際

本研究の実証授業は、生徒が数学的な見方・考え方を働かせることを通じて、既習の学習内容である学習課題を基にA「問題を見いだす」数学的活動と、未習の学習内容である学習課題に対してB「見通しを立てる」数学的活動の二つの数学的活動について構想し、研究協力校Ｘ校とＹ校で実践した。各研究協力校で実践した実証授業の学習内容については表３に示す。

表３　本研究で実践した実証授業の学習内容とその目標

既習の学習内容である学習課題を基にA「問題を見いだす」数学的活動		
	学習内容	目標
Ｘ校	数学Ⅰ「連立不等式」ア	共通部分の多様さを把握したり、連立不等式の解の意味について考察したりすることができる
	数学Ⅰ「二次関数の決定」	二次関数を決定する条件を自身で見いだすことができる
Ｙ校	数学Ⅱ「対数を含む方程式・不等式」	真数条件や底の条件、対数の性質について考察し、対数関数の理解を深めることができる
	数学Ⅲ「逆関数・合成関数」イ	種々の逆関数や合成関数を自身で求めることを通じて、合成関数や逆関数の定義や性質について理解を深めることができる

未習の学習内容である学習課題に対してB「見通しを立てる」数学的活動		
	学習内容	目標
Ｘ校	数学Ⅰ「二次関数の最大値・最小値」ウ	二次関数の最大値・最小値の解法や二次関数のグラフの有用性を自身で見いだすことができる
Ｙ校	数学Ⅱ「三次関数の最大値・最小値」エ	微分係数や導関数の理解を深めたり、活用するよさを感じたりすることができる
	数学Ⅲ「無限等比級数」	収束条件に留意し、自身で無限等比級数の和の公式を求めることができる

※網掛け部(ア～エ)の学習内容における数学的活動の実際を研究論文内に示す

（１）　既習の学習内容である学習課題を基にA「問題を見いだす」数学的活動の実際

既習の学習内容である学習課題を基にA「問題を見いだす」数学的活動においては、生徒目線に立って、疑問をもったり発展させたりできるような学習内容を基に授業を構想した。このような授業を行うことで、生徒は数学的な見方・考え方を働かせて条件の変更や問題の拡張等を行い、新たな問題を見いだすことができ、その学習内容の特徴や概念、原理や法則などの本質的な理解につながると考えた。

ア　数学Ⅰ「連立不等式」における数学的活動の実際（表３のア）

生徒は、この授業までに一次不等式についての学習を一通り終えている。そして、本時の学習課題（表４）に取り組んだ。授業の流れとして、生徒は既習の

表４　数学Ⅰ「連立不等式」における学習課題とそれを設定したねらい

学習課題	・連立不等式を表す数直線について、他にどんな数直線が考えられるか
設定のねらい	・自身で連立不等式を表す数直線について考察を深めることで、共通部分の多様さに気付いたり、連立不等式が表す解の意味について考察したりすることといった連立不等式についての本質的な理解を自身で見いだすことができるようにする

学習内容である学習課題に取り組み、連立不等式の基本的な解法等の既習の学習内容について確認した(図10の①)。そして、その解決過程を振り返る際に連立不等式を表す数直線について、他にどんな数直線が考えられるのかについて考察した(図10の②③)。

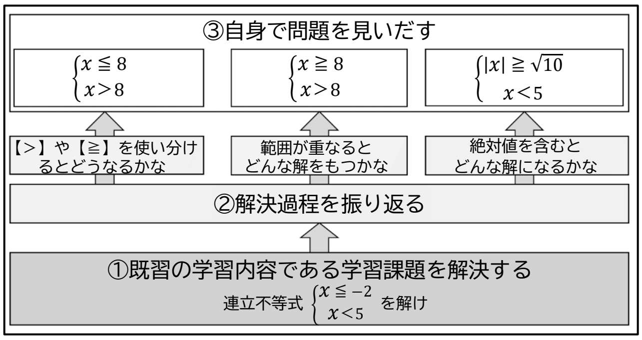


図10　数学Ⅰ「連立不等式」における数学的活動のイメージ

この授業の中で、生徒からは「今までは共通部分のある連立不等式の問題を解いてきたが、共通部分のない連立不等式もあるのではないか」や「特定の数値のみが共通部分として重なっている数直線だとどのような解をもつのだろうか」など、自身で条件を変更して、今まで学習してきた内容を発展させて考察する様子が多数見られた。例えば、図11のような生徒ａの記述が見られた。また、図12のように既習の学習内容を取り入れながら、共通部分の多様さに気付く生徒ｂの記述が見られた。生徒ｃからは「そもそも計算が苦手で、連立不等式について深く理解するところまで学習できていなかったが、(連立不等式を表す)数直線から考えることで、共通部分の多様さや連立不等式における『連立』の意味について理解することができた」といった声があった。

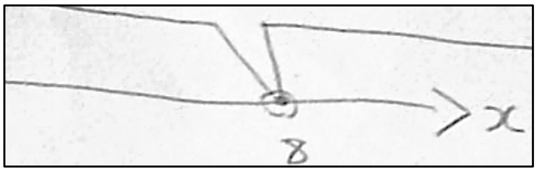


図11　特定の数値のみが共通部分として重なっている数直線を作成した生徒ａの記述

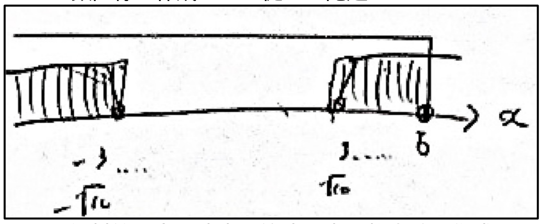


図12　絶対値を含む連立不等式を表す数直線を作成した生徒ｂの記述

このような数学的活動により、生徒は連立不等式における共通部分の多様さに気付いたり、連立不等式が表す解の意味について考察したりするといった連立不等式についての本質的な理解を自身で見いだすことにつながったと考えられる。

イ　数学Ⅲ「逆関数・合成関数」における数学的活動の実際(表３のイ)

生徒は、この授業までに「逆関数・合成関数」の学習を一通り終えている。そして、本時の学習課題(表５)に取り組んだ。授業の流れとして、生徒は前時に既習の学習内容である学習課題に取り組み、逆関数や合成関数の定義や性質についての理解を深めた(図13の①)。そして、その解決過程を振り返る際に「どのような関数においても合成関数や逆関数を求めることができるのか」という問いから、生徒自身で設定した関数を基に合成関数と逆関数を求めた(図13の②③)。

表５　数学Ⅲ「逆関数・合成関数」における学習課題とそれを設定したねらい

学習課題	・今まで学習してきた関数を使って合成関数を求めよ ・さらに、その求めた合成関数の逆関数を求めよ
設定のねらい	・今まで学習してきた関数を基に、組み合わせる関数を自身で設定して合成関数や逆関数を求めることで、合成関数や逆関数の定義や性質について理解を深めたり、これから学習していく未知の関数について対応したりできるようにする

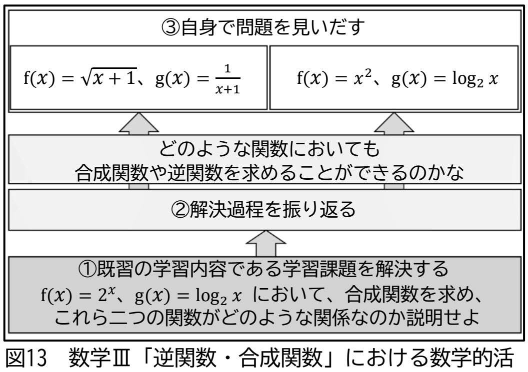


図13　数学Ⅲ「逆関数・合成関数」における数学的活動のイメージ

この授業の中で、生徒は既習の学習内容である逆関数や合成関数の定義や性質を活用したり、関数ソフトを活用してグラフで表現したりして、未知の関数について立式や定義域、値域が正しいのかを考察した。例えば、図14のような生徒ｄの記述が見られた。また、生徒ｅは合成関数とその合

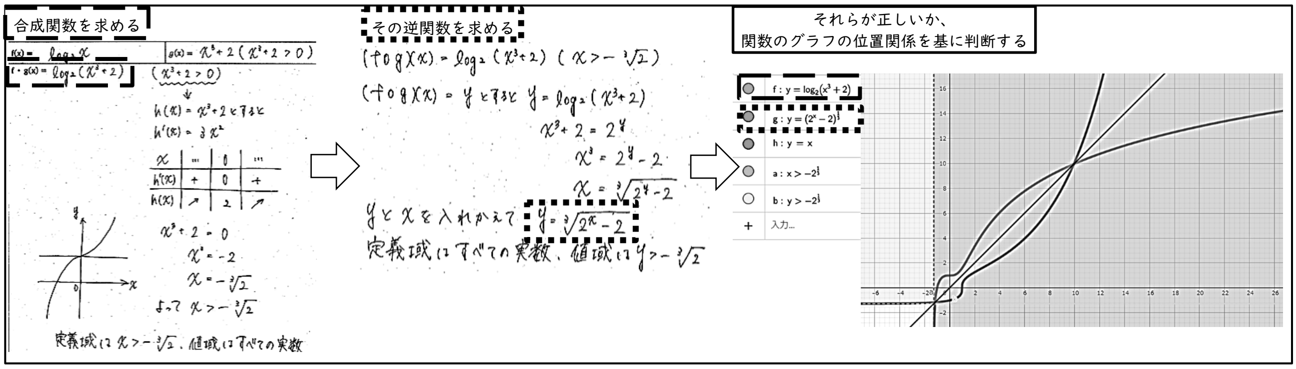


図14　自身で合成関数と逆関数を求め、それらを関数ソフトで表現した生徒ｄの記述(囲み線、コメントは筆者)

成関数の逆関数を掛けると x になるという性質を基に自身の解答が正しいか確認していた。さらに、生徒ｆは生徒同士で自身の求めた関数について協議する際に「逆関数を求めた際、もとの関数とのグラフの位置関係はどうなっていたかな」と示された「マスめがね」を基にして、「あなたのグラフは、合成関数とその合成関数の逆関数の位置関係が直線 $y=x$ に関して対称になっていないから、どこかの過程が違うのではないか」というアドバイスを他者にしていた。本授業では、生徒が協働的に自身の解決過程を振り返っている様子が見られ、多くの生徒が立式や定義域、値域が正しいのか考察したり、合成関数とその逆関数のグラフの位置関係について注目したりしている様子が見られた。

このような数学的活動により、組み合わせる関数を生徒自身で設定することから始まり、合成関数と逆関数を求めた後にそれらが本当に正しいのか、自身のもっている概念、原理や法則を活用して解決過程を振り返るという「問題発見・解決の過程」全体を自立的、協働的に遂行することで、合成関数や逆関数の定義や性質について理解を深めることにつながったと考えられる。

（２） 未習の学習内容である学習課題に対して B 「見通しを立てる」数学的活動の実際

未習の学習内容である学習課題に対して B 「見通しを立てる」数学的活動においては、既習の学習内容のどのような概念、原理や法則等が未習の学習内容と関連しているのかという点に留意して授業を構想した。このような授業を行うことで、生徒は数学的な見方・考え方を働かせて、どのような性質や公式を活用すれば解決するのか、試行錯誤しながらその学習課題を解決するために見通しを立てることができ、未知の事象と既習の学習内容における知識や技能などを関連付けることにつながると考えた。

ア　数学Ⅰ「二次関数の最大値・最小値」における数学的活動の実際(表３のウ)

表６　数学Ⅰ「二次関数の最大値・最小値」における学習課題とそれを設定したねらい

学習課題	・針金を使って長方形を作り、面積が最大のときと最小のときは横の長さが何㎝のときか
設定のねらい	・日常生活や社会の事象に関わる題材を通じて、グラフの有用性に気付いたり、既習の学習内容と関連付けて二次関数の最大値・最小値の解法を見いだしたりすることができるようにする

生徒は、この授業までに平方完成をして二次関数のグラフをかくことを学習しているが、二次関数の最大値・最小値について未習の状態で、本時の学習課題(表６)に取り組んだ。授業の流れとして、生徒は平方完成をして二次関数のグラフのかき方について確認した後、学習課題について定義域を定めたり具体的な数値を当てはめて予想したりと既習の学習内容を基に試行錯誤しながら見通しを立てようとした(図15の①②)。

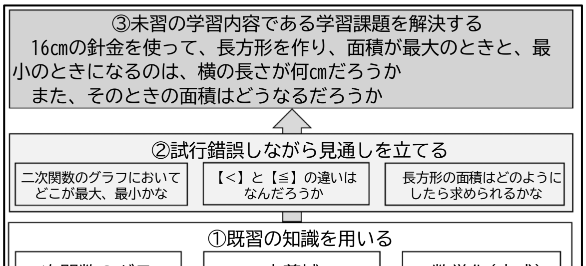


図15　数学Ⅰ「二次関数の最大値・最小値」における数学的活動のイメージ

生徒ｇは学習課題に対して立式し、その式が二次関数であることから、これまでの学習内容に倣いグラフをかいた。この生徒は、初め、このグラフがどのような意味をもつのか理解していなかったが、生徒同士の協議を進めることで、横の長さによって面積が変化するという横の長さと面積の関係を表すグラフであることを自身で見いだし、グラフの有用性に気付くことができた。また、生徒ｈは一次不等式で学習した「不等式を表す数直線」を基に定義域の両端の値が含まれないグラフを記述し、最小値がないことを自身で見いだした(図16)。さらに、最小値について「0.00000…1のように０にどんどん近づくが、最小の値を定めることはできないため、最小値はない」と考えた生徒ｉもいて、今までの学習では学んでいなかった「最小値がない」という新しい概念を自分なりの言葉で表現している様子が見られた(図17)。実証授業後の研究協議では、他校の参観者から「今回の授業により、生徒が自身で獲得した概念はこの単元だけでなく、今後の数学の学習においても生きるだろう。自分も自校に帰ってこのような授業を是非取り入れたい」という声があった。参観者においても、生徒が試行錯誤しながら見通しを立てる授業のよさを感じている様子がうかがえた。

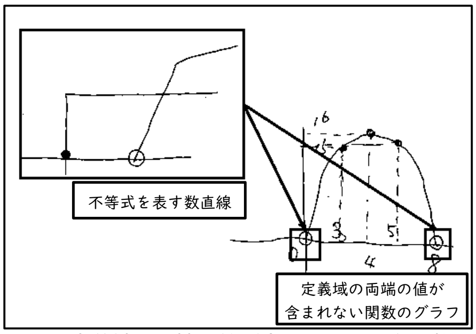


図16　定義域の両端の値が含まれない二次関数のグラフを見いだした生徒ｈの記述(囲み線、コメントは筆者)

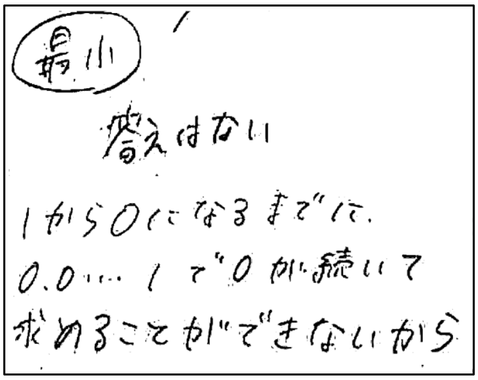


図17　最小値はないと解答した生徒ｉの記述

このような数学的活動により、生徒が自身で試行錯誤しながら学習課題に対して見通しを立てようと取り組むことができ、グラフの有用性に気付いたり、既習の学習内容と関連付けて自身で二次関数の最大値・最小値の解法を見いだそうとしたりすることにつながったと考えられる。

イ　数学Ⅱ「三次関数の最大値・最小値」における数学的活動の実際(表３のエ)

生徒は、この授業までに導関数と微分係数の性質について学習したが、極値や増減表等については未習の状態で、本時の学習課題(表７)に取り組んだ。授業の流れとして、生徒は導関数と微分係数の定義や性質について確認した後、学習課題について、今まで学習した二次関数の知識で解けないか式を変形したり適当な数値を代入して最大値・最小値を求めようとしたりと既習の学習内容を基に試行錯誤しながら見通しを立てようとした(図18の①②)。

表７　数学Ⅱ「三次関数の最大値・最小値」における学習課題とそれを設定したねらい

学習課題	・$y=x^3-3x\ (-1 \leqq x \leqq 2)$の最大値・最小値を求めよ
設定のねらい	・生徒にとって本質的な理解がしづらい導関数と微分係数について自身で意味を見いだしたり活用したりすることにつなげることができ、それらの本質的な理解を得たり活用するよさを感じたりすることができるようにする ・今後学習する極値や増減表といった学習内容に取り組む際に、それらが導関数と微分係数の概念とつながっていることを実感できるようにする

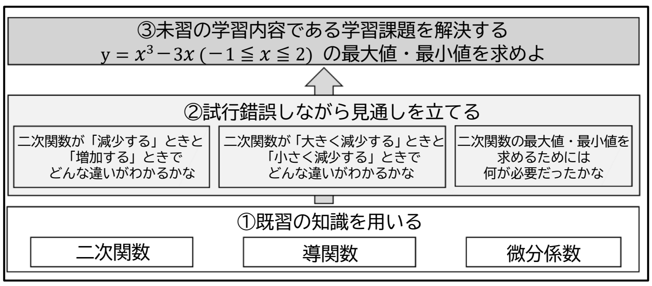


図18　数学Ⅱ「三次関数の最大値・最小値」における数学的活動のイメージ

生徒ｊは、グラフが増加するときと減少するときで接線の傾きがどのような変化をするのかについて注目していた。そして、実際に自身で書いた適当な曲線に対して、傾きが正や負となるよ

うな複数の接線を記述したことで、接線の傾きが正(負)のとき、そのグラフは増加(減少)すると考察した(図19)。これにより、微分係数により接線の傾きが求められるという既習の学習内容を活用し、微分係数の正負を把握することで、グラフの概形がかけることを自身で見いだした。また、他者との協議を通して、接線の傾きが０のときは、そのグラフは増加も減少もしない点であることに気付いた生徒ｋ(図20)や、導関数のグラフの概形に注目すると微分係数の正負を把握することができるといった、二次不等式で学習した解法を基に三次関数のグラフの概形を求めた生徒ｎがいた。このように、多くの生徒が増減表を用いずに微分係数と導関数の定義や性質を活用してグラフを記述し、三次関数の最大値・最小値を求めることができていた。

このような数学的活動により、微分係数や導関数の理解を深めたり活用するよさを感じたりすることができ、生徒が自身で数学における新たな概念、原理や法則などを見いだしたり学んだりすることにつながったと考えられる。

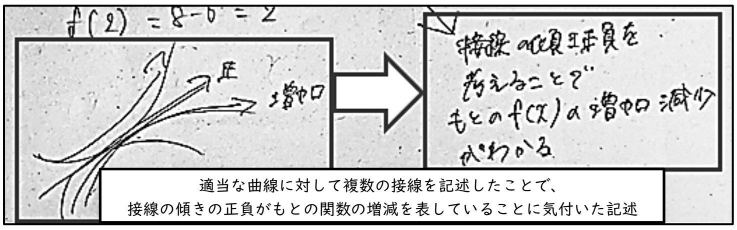


図19　グラフと接線の傾きの関係性に注目している生徒ｊの記述(囲み線、コメントは筆者)

生徒ｋ：接線の傾きが正のとき、(もとの関数は)増加するのかな。
生徒m：同じように考えると傾きが負のときは、減少するよ。
生徒ｌ：場合分けってことかな。
生徒m：(グラフに複数の接線をかきながら)接線をかくと、グラフが減少するときと増加するときのイメージできるよ。
生徒ｌ：つまり、微分係数が負のときは、減少するってことなのかな。
生徒ｋ：(導関数を指しながら)これが０になるときは、(グラフの)底ってこと。
生徒m：そういうことか。
生徒ｋ：すごい。

図20　三次関数のグラフの増減について、導関数と微分係数を基に協議する生徒の様子

３　数学的活動を充実させるための手立て(ロイロノートの活用)の有用性の検証

本研究では、生徒一人ひとりの数学的活動を充実させるための手立ての一つとしてロイロノートを活用した。活用にあたっては、ロイロノートの「提出箱」の機能を使って、生徒が記述した内容を指導者が把握したり生徒同士で共有したりした。このような手立てによる有用性について次の２点を挙げる。

１点目は、指導者が生徒の記述した内容を把握することで、生徒の数学的な見方・考え方を働かせた考察や数学的活動の方向性等をタイムリーにフィードバックすることができる点である。数学Ⅱ「三次関数の最大値・最小値」において、「三次関数のグラフの増減を求める際、導関数に適当な数値を代入して判断している」生徒が複数いた。このとき、指導者はロイロノートの「画面共有」の機能を通じて、「数値を代入することで、すべての範囲の正負を判断することができるのか」という発問をし、数学的な見方・考え方を働かせることを促した。これにより、導関数についてそのグラフの概形に注目するなど、生徒は自身の数学的活動の方向性を修正できた(図21)。

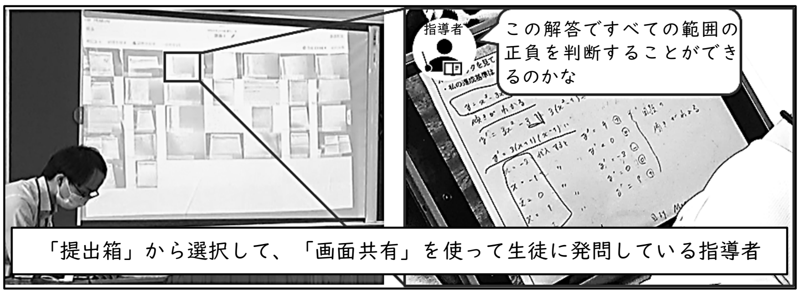


図21　ロイロノートの「画面共有」の機能を通じて、生徒の記述した内容について発問する指導者の様子

２点目は、生徒が記述した内容をクラス全体に共有することで、自身の考えと他者の考えを比較することができ、得られた知識や考えを整理・分析し、事象を式で数学的に表現したり論理的に説明したりすることにつながる点である。数学Ⅲ「逆関数・合成関数」において、当初、生徒ｏは組み合わせる関数を生徒自身で選択する際に、ただ単に思いついた関数を記述しただけであった。しかし、ロイロノートの「提出箱」で他者の考えを確認したことで、逆関数を組み合わせたり定義域を設定したりと数学的な見方・考え方を働かせた記述をすることができた(図22)。

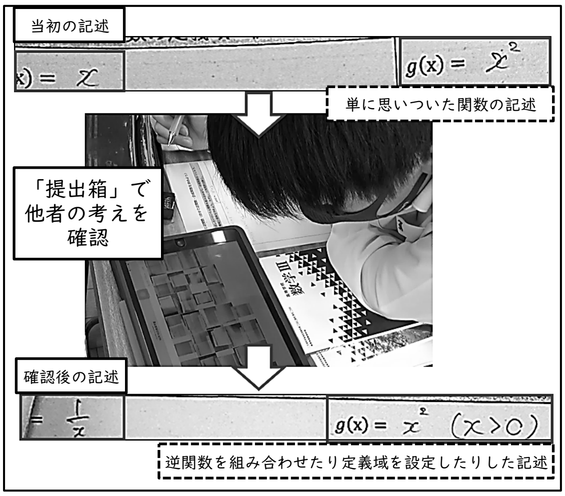


図22　「提出箱」で他者の考えを確認して、自身の記述内容と他者の記述内容を組み合わせた生徒ｏの記述

このようにロイロノートを学習の状況に応じて活用することで、指導者のフィードバックや、クラス全体での共有を通して整理・分析、数学的な表現をする生徒同士の協働的な取組により、新たな視点や異なる考えを得られ、自身の考えを再構築することができ、数学的活動の充実につながると考える。

（１）　「マスめがね」の活用について

生徒の数学的活動を更に充実させるために、本研究では生徒一人ひとりが自身で数学的な見方・考え方を働かせられるよう、新たな問題を見いだすことにつながる具体的な例や、未習の学習内容である例題を解決するための指針等を示した「マスめがね」を作成し、活用した。なお、各実証授業において、その活用方法は変更している(表８)。

表８　「マスめがね」の活用方法とその意図

	「マスめがね」の活用方法	意図
実証授業Ⅰ（６～７月）	授業の冒頭に指導者が生徒にロイロノートを通じて「マスめがね」を配付する。	指導者が提示した「マスめがね」を基にすることで、生徒が数学的な見方・考え方を働かせられるようにする。
実証授業Ⅱ（９～10月）	ロイロノートの「資料箱」に「マスめがね」を入れ、生徒が数学的活動を進める際に、それを活用したいときに自身で取り出せるようにする。	生徒自身で「マスめがね」を活用するかしないかを選択できるようにすることで、より自立的に数学的活動に取り組めるようにする。

実証授業Ⅰの数学Ⅱ「対数を含む方程式・不等式」において、生徒ｐは「マスめがね」で示された「真数や底を様々な数値や文字に変更すると、この問題はどうなるか」というヒントを基にすることで、対数を含む方程式について「真数に２乗をつけるとどうなるのか」という問いをもつことにつながり、対数関数についての本質的な理解につながる学習課題を作成できた(図23)。このように「マスめがね」を通して、指導者による数学的な見方・考え方を働かせる視点を示したことによって、生徒自身で問題を見いだすことができ、自身にはなかった数学的な見方・考え方を働かせることができたと考えられる。

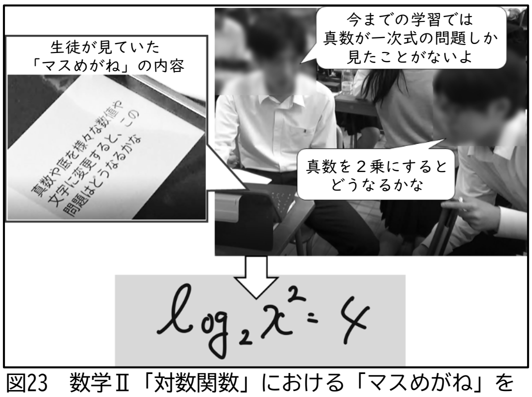
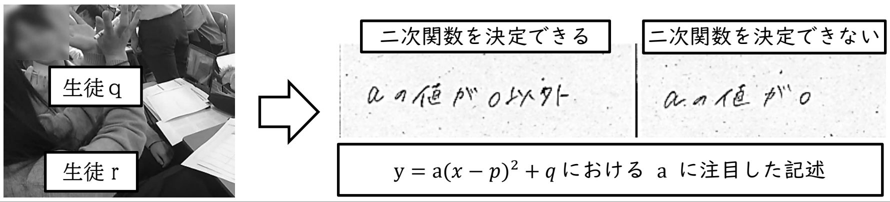


図23　数学Ⅱ「対数関数」における「マスめがね」を通して、学習課題を作成した生徒ｐの記述(囲み線、コメントは筆者)

実証授業Ⅱの数学Ⅰ「二次関数の決定」においては、生徒自身で二次関数を決定する条件について考察する際に、「マスめがね」で示された「二次関数 $y = a(x-p)^2+q$ で考えると、どのようなことが分かるのかな」というヒントを基にすることで、他者と協議しながら自身で教科書に記載されていない二次関数を決定することができない条件について考察することにつながった(図24)。「ど

のように問題を見いだしたらよいのか」や「未知の問題に対してどのようにして見通しをもてばよいのかイメージがもてない」といった迷いの中で数学的活動を進める際にも、このように「マスめがね」を自身で取り出せるようにしたことで、生徒が自立的にその方向性を模索し、決定している様子がうかがえた。



生徒ｒ：(「マスめがね」に示された「$y = a(x-p)^2+q$」を見ながら)この a はなんだろう。
生徒ｑ：(下に凸と上に凸を表すジェスチャーをしながら)これとこれを表すものかな。
生徒ｒ：これらは、正と負のときに表すものだよね。０のときはどうなるの。
生徒ｑ：そもそも a が０になったらだめだと思う。だって、 x^2 が消えるから。

図24　教科書に記載されていない二次関数を決定することができない条件について協議した生徒の様子

これらのことから「マスめがね」を活用することで、生徒一人ひとりの数学的な見方・考え方を働かせる支援につながり、数学的活動を充実させることにつながると考える。

（２）　ルーブリックの活用について

ルーブリックの活用については、学習の到達目標を段階的に示し、生徒が目指すべき姿をイメージできるようにした。数学Ⅲ「無限等比級数」において、ルーブリックのＡ評価である「無限等比数列から作られる無限級数の公式について、条件を踏まえながら、自分なりの根拠を基に記述できた」という文章を確認し、単に公式を導くだけでなく、数直線を用いて収束するのか発散するのかを自分なりに表現して、その学習において本質的な理解につなげようとする生徒ｓの様子が見られた(図25)。また、数学Ⅰ「連立不等式」において生徒同士でルーブリックを基に相互評価する場面では、他者の記述した内容について「連立不等式の解において、共通部分をもたない解を表現した問題があるとは想像もつかなかった」といった教科書に記載されていない数直線が表現されていることを評価し、それを通じて自身の新たな学びにつなげる生徒ｔがいた。さらに、ルーブリックのＡ評価を基に、「分母に√をいれると(問題が)難しくなるのではないか」と他者にアドバイスする生徒ｕが見られた(図26)。

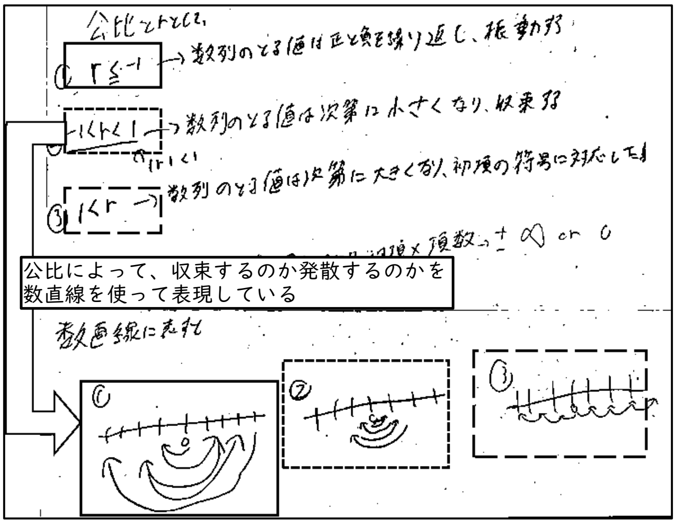


図25　ルーブリックを基に自分なりの表現をした生徒ｓの記述(囲み線、コメントは筆者)

A	B	C	D
分数や平方根など、整数以外の数値を数直線上に表現したり、教科書 例31に載っていない数直線を表現したりする問題を作成した。	教科書 例31に載っていない数直線が表現されている問題を作成した。	教科書 例31に載っている数直線が表現されている問題を作成した。	問題を作成しようとした。

Ａ：分数と√が使われていて数直線上に書くのに悩みました。
分母に√とか入れたらもっと難しくなるんじゃないかと思いました。

図26　ルーブリックを基に他者にアドバイスする生徒ｕの資料

これらのことからルーブリックを活用することで、生徒が具体的なイメージをもって自立的に学習に取り組むことができ、生徒の数学的活動を充実させることにつながると考える。

４　生徒の変容

（１）　評価問題からみる変容

学力調査においては、全国学力・学習状況調査の調査問題を基に作成した記述式の評価問題を用いて検証した。その結果、研究始期において記述が十分でなかった生徒の多くに、研究終期では記述の充実が見られた。その例としてＸ校の生徒ｖの記述(図27)とその授業の様子を示す。研究始期では、自身で条件を変更して考察することについて、単純な変更にとどまっていた記述が見られた。しかし、研究終期では、自身で自然数を横に四つに区切った表に拡張したり数の足し方を変えたりして、その問題の条件を拡張したり変更したりして考察している記述が見られた。このことに関わって、数学Ｉ「二次関数の決定」における生徒ｖの授業の様子において、二次関数を決定する条件について自身で条件を変更しながら考察する過程で、「『頂点と通る１点』だと求めたい文字が一つなので立式として一つ必要である。そして、『軸と通る２点』だと求めたい文字が二つなので式が二つ必要である」といった数学的に考察する様子が見られた。そして、$\mathrm{y}=\mathrm{a}x^2+bx+c$について「ａ、ｂ、ｃが分かるようにするためには、$x$ と ｙ の組み合わせが三ついる。だから、『通る３点』が分かれば二次関数を決定できる」といった考察をして、自身で二次関数を決定する条件を見いだす様子が見られた。本授業の中では、生徒ｖ以外にも、このように条件の変更や問題の拡張等を数学的な見方・考え方を働かせながら行う生徒の様子が多数見られた。このことから、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力といった数学的に考える資質・能力が育成されたと考えられる。

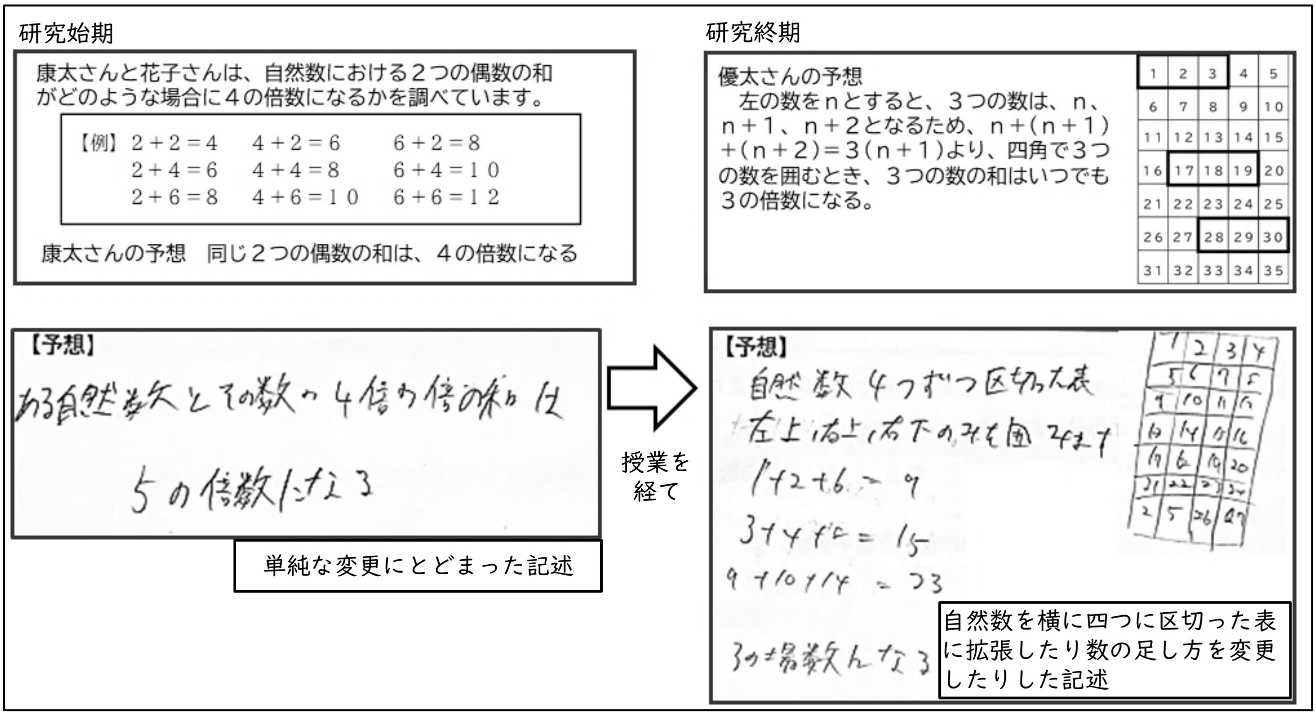


図27　評価問題における生徒ｖの記述の変容(左は研究始期、右は研究終期に実施)

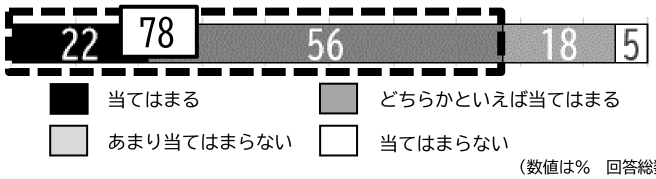
（２）　生徒質問紙調査の結果からみる変容

本研究で実施した数学的活動により生徒が問題を見いだしたり見通しをたてたりすることができたかを検証するため、研究終期の生徒質問紙調査にのみ実施した本研究の実証授業の実践に関わる設問において、肯定的な回答が多く見られた(図28)。生徒の自由記述においても、今回の取組に対して図29の設問③④ように「今までに習ってきた範囲の知識を思い出し、どんなことを学んできたか振り返ることにつながった」や「難しい問題に対して挑戦し、粘り強く取り組むことができた」

といった回答が多く見られた。これらのことから本研究の実践により、統合的・発展的に考察する力や、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度など、数学的に考える資質・能力の育成につながったと考えられる。一方で、「教科書の例題等を基に、自身で類題を解くことができる」や「公式やきまりなどを活用し、問題を解くことができる」などの数学の学習に関する設問について、研究始期と終期で比較したところ、大きな変容は見られなかった。この原因として、図29の設問⑤の生徒の自由記述から推察される。その記述には、「見通しは立てられたが、どうやって解いたらいいかわからなかった」といった問題を解決することに困難さを感じている回答が多く見られた。このことから、変容が見られなかった原因は、依然として問題を解ききることこそが数学科で求められている力であると思っている生徒が多くいることが考えられる。そして、このような生徒にとって本研究で取り組んだ数学的活動は、これまで経験したことが少なく、実証授業では問題を見いだしたり見通しをたてたりすることができていても、その問題を解決しきれていなければ「できていない」と判断したのではないかと考えられる。このような課題がみられたことから、生徒が問題を解決するだけでなく、問題を見いだしたり見通しを立てたりするといった「問題発見・解決の過程」を遂行する数学的活動をより一層充実できるように、年間を見通した指導計画の構想を進める必要があると考える。

①条件や設定を自分自身で変更した問題に取り組むことで、単に与えられた問題を解くことだけでは得られない新しい考え方にふれることができた。

②見たことのない問題について自分自身で取り組むことで、試行錯誤しながら粘り強く学習することができた。



（数値は%　回答総数 79）
※割合は四捨五入したものであるので、合計が 100%にならない場合がある

図28　生徒質問紙調査の結果（一部）

③自分自身で条件や設定を変えて数学の問題を見いだす取組によって、得られたことを書いてください
・今までの問題を解く際に感じた作業感覚ではなく、自分の頭をしっかり使って解くことができた。 ・（教科書等に記載されている公式等について）そういうもの、じゃなくて、なんでこうなるのだろうと考えられるようになった。 ・新しい問題への好奇心や挑戦しようとする姿勢を得ることにつながった。

④まだ授業で習っていない問題に対して、自身で試行錯誤しながら問題を解決する取組によって、得られたことを書いてください
・何も知識がない中で問題に取り組むことで、なぜこの問題について考えるのか、どういう手順を踏めば正解に辿り着けるのかなど、過程などについて根本から考えることができた。 ・難しい問題に対して挑戦し、粘り強く取り組むことができた。

⑤条件や設定を変えて数学の問題を見いだす取組や、まだ授業で習っていない問題に対して見通しを立てる取組において、困ったことや自身の課題について自由に書いてください。
・問題を見いだしたり見通しを立てたりはできたが、どうやって解いたらいいかわからなかった。 ・自力で問題が解けなかった。

図29　生徒の自由記述の回答（一部）

5　指導者の意識の変容

実証授業を経て指導者は、「問題発見・解決の過程」を遂行する数学的活動を行うことで普段の授業では見られない、数学の概念、原理や法則について深く考察する生徒の様子が見られたと実感して

・生徒自身でもう一度教科書を振り返ることや、生徒同士で定義を確認し合うことで、既知の概念への理解が深まっている場面を見ることができた。 ・ルーブリックがあることで、（生徒は）目標を確認してから課題へ取り組むことができていた。文章で目標が書いてあることで、ぶれずに取り組むことができていた。 ・定期考査において、難易度の高い問題に対して、以前ならば白紙のままだった生徒が、試行錯誤しながらとりあえずやってみようという姿が見られた。このような変化が見られたのは、この取組のおかげだと感じる。

図30　実証授業後の指導者からの聞き取り（一部）

いた。また、「この条件を変えるとどうなるのだろう」や「この問題についてはこんな考え方もできるのではないか」といった数学的な見方・考え方を働かせる生徒の様子から、定期考査の得点だけでは測れない資質・能力が育成されたことを見取ることができたと実感していた(図30)。

Ⅶ　研究のまとめと今後の課題

１　研究のまとめ

（１）　既習の学習内容である学習課題を基に$\boxed{\text{A}}$「問題を見いだす」数学的活動と、未習の学習内容である学習課題に対して$\boxed{\text{B}}$「見通しを立てる」数学的活動の二つの数学的活動を通して、「問題発見・解決の過程」を生徒が自立的、協働的に遂行できるようしたことで、生徒の数学的に考える資質・能力を育成することにつながった。

（２）　ロイロノートを学習の状況に応じて活用することで、生徒が新たな視点や異なる考えを得られ、自身の考えを再構築できた。その上で、「マスめがね」やルーブリックの活用といった手立てを講じたことで、生徒一人ひとりが数学的な見方・考え方を働かせたり、生徒が目指すべき姿をイメージできたりすることにつながり、生徒の数学的活動を充実させることができた。

２　今後の課題

（１）　生徒が問題を解決するだけでなく、問題を見いだしたり見通しを立てたりするといった「問題発見・解決の過程」を遂行する数学的活動をより一層充実できるように、年間を見通した指導計画の構想を進める必要がある。

（２）　滋賀県内の高等学校数学科の指導者を対象にした質問紙調査の結果より、主体的に学習に取り組む態度の評価について、多くの指導者が難しさを感じている現状があることから、ルーブリック等を基にして指導と評価の一体化を意識した指導計画の構想をより一層進める必要がある。

文　　　　　　　献

1)文部科学省中央教育審議会「次期教育振興基本計画について(答申)」、令和５年(2023年)

2)文部科学省「高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説　数学編　理数編」、平成31年(2019年)

トータルアドバイザー
　国立大学法人滋賀大学教育学部准教授　渡邉　慶子
専　門　委　員
　滋賀県立北大津高等学校教頭　吉田　英二
　滋賀県教育委員会事務局高校教育課指導主事　土居　正雄
研　究　委　員
　滋賀県立石山高等学校教諭　清水　雄大
　滋賀県立彦根翔西館高等学校教諭　坂根　貴裕
研　究　協　力　校
　滋賀県立石山高等学校
　滋賀県立彦根翔西館高等学校